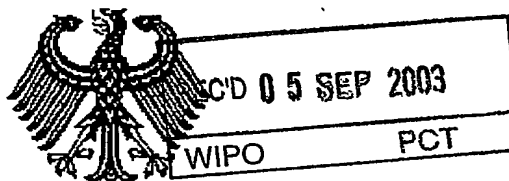


PCT/DE 03/02506 #2
BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Rec'd PCT/PTO 28 SEP 2004

10/509342



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 61 791.0

Anmeldetag: 23. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Vorrichtung zum Berührungsschutz und Verfahren
zum Schutz vor dem Berühren eines beweglichen
Teils

IPC: F 16 P, B 27 B, B 27 G

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stemme

Stemme

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 STUTTGART

R. 304668

5

Vorrichtung zum Berührungsschutz und Verfahren zum
Schutz vor dem Berühren eines beweglichen Teils

10

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Berüh-
rungsschutz und ein Verfahren zum Schutz vor dem
15 Berühren eines beweglichen Teils. Sowohl das Ver-
fahren als auch die Vorrichtung können zum Schutz
von Körperteilen einer Person vor dem Sägeblatt ei-
ner Tischkreissäge verwendet werden.

20 Verletzungen an Kreissägen zählen zu den häufigsten
Arbeitsunfällen. Dabei sind das Absägen oder Ansä-
gen von Fingern durch Einschieben von Holz und das
schnelle Zurückgeschlagen oder Verkanten von Holz-
stücken mit Verletzungen an Fingern, Händen oder
25 Armen zu unterscheiden.

Stand der Technik

30 Aus dem Stand der Technik US 2002/0017184 A1 ist
eine Tischkreissäge mit einem Sicherheitssystem be-
kannt. Die Tischkreissäge weist ein einstellbares
Sägeblatt, ein Erfassungssystem zur Erfassung eines

Kontakts zwischen einer Person und dem Sägeblatt und einen Bremsmechanismus zum Anhalten des Sägeblatts auf, wenn mit dem Erfassungssystem ein Kontakt zwischen der Person und dem Sägeblatt festgestellt wurde. Das System zur Erfassung des Kontakts zwischen Person und Sägeblatt weist einen Sensor auf, der als kapazitiver Sensor ausgebildet ist. Nachteilhafterweise reagiert das vorgeschlagene Sicherheitssystem erst dann, wenn ein Kontrakt zwischen der Person und dem Sägeblatt stattgefunden hat. Eine Prävention ist nicht vorgesehen. Die Wahrscheinlichkeit einer Verletzung ist daher nach wie vor sehr hoch.

Schutzvorrichtungen in Form von Hauben, die den Bereich oberhalb des Sägeblatts abdecken, sind zwar bekannt, werden aber zugunsten eines einfacheren Arbeitens oft abmontiert. Sie sind daher in der Handhabung entweder unpraktisch oder aber bieten keinen ausreichenden Schutz.

Darstellung der Erfindung

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, dass mit der vorgeschlagenen Vorrichtung zum Berührungsschutz und dem Verfahren zum Schutz vor dem Berühren eines bewegten Teils eine ausreichende Sicherheit geboten und zugleich die Person, die mit der Maschine arbeitet, in ihrer Arbeit nicht behindert wird.

Ein weiterer Vorteil Erfindung besteht darin, dass sich die Vorrichtung zum Berührungsschutz und das

Verfahren zum Schutz vor dem Berühren eines bewegten Teils einfach implementieren lassen.

5 Zudem ist es von Vorteil, dass eine Berührung zwischen der Person und dem die Person gefährdenden Teil, beispielsweise dem Sägeblatt, rechtzeitig erkannt werden kann, sodass noch vor der Berührung des die Person gefährdenden Teils entsprechende Sicherheitsmaßnahmen eingeleitet werden können.

10 Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Berührungsschutz weist einen Sensor zur Erzeugung und Erfassung eines elektromagnetischen Feldes auf, welcher in der Nähe eines nicht zu berührenden bewegbaren
15 Teils angeordnet ist. Zudem weist die erfindungsgemäße Vorrichtung eine mit dem Sensor verbundene Auswerteinheit zur Auswertung des vom Sensor erzeugbaren Sensorsignals auf, wobei mit der Auswerteinheit ein Auswertesignal erzeugbar ist. Schließlich
20 ist eine mit der Auswerteinheit verbundene Steuereinheit vorgesehen, die derart ausgebildet und betreibbar ist, dass die Bewegung des Teils abhängig vom Auswertesignal steuerbar ist.

25 Das erfindungsgemäße Verfahren zum Schutz vor dem Berühren eines bewegbaren Teils weist folgende Schritte auf. Mit einem Schwingkreis wird ein hochfrequentes elektromagnetisches Signal erzeugt. Anschließend wird mit einer Auswerteinheit ein Charakteristikum des elektromagnetischen Signals
30 erfasst und überwacht. Anhand des Charakteristikums wird bestimmt, ob auf die Bewegung des bewegten Teils Einfluss genommen werden soll.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den in den abhängigen Patentansprüchen angegebenen Merkmalen.

- 5 Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist das bewegbare Teil das Sägeblatt einer stationären Kreissäge. Damit kann eine Person vor Verletzungen, beispielsweise in Form von Schnittwunden durch Ab- oder Ansägen der Finger oder in Form von Prellungen
10 durch das schnelle Zurückschlagen oder Verkanten von Holzstücken, geschützt werden.

Bei einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Berührungsschutz ist ein weiterer Sensor
15 vorgesehen. Die beiden Sensoren sind auf den beiden Seiten des Sägeblatts angeordnet. Auf diese Art und Weise lässt sich die Sicherheit während des Betriebs der Kreissäge weiter erhöhen.

- 20 Alternativ dazu können bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung drei weitere Sensoren vorgesehen sein. Jeweils zwei der Sensoren sind auf jeder Seite des Sägeblatts angeordnet. Auf diese Art und Weise kann die Erkennungsgenauigkeit an der vorderen Sägekante
25 te erhöht werden.

Zur Lösung der Aufgabe wird ferner vorgeschlagen, dass der Sensor der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine flache Antenne zur Erzeugung elektromagnetischer Wellen aufweist. Dadurch wird die Implementierung vereinfacht.
30

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass der Sensor auf der Unterseite

eines Klemmschutzes für das Sägeblatt angeordnet ist. Dies hat den Vorteil, dass der Sensor vor einer mechanischen Beschädigung geschützt ist und gleichzeitig die Oberseite der Arbeitsfläche der Kreissäge frei gestaltbar ist.

Vorteilhafterweise ist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Berührungsschutz ein mit der Antenne verbundener Schwingkreis vorgesehen und die Auswerteeinheit derart ausgebildet, dass damit die Verstimmung des Schwingkreises auswertbar ist.

Es ist insbesondere von Vorteil, wenn die von der Antenne der erfindungsgemäßen Vorrichtung abgestrahlten Wellen im Bereich des ISM-Bandes liegen. Eine Benutzung der in diesem Band liegenden Frequenzen ist weltweit zulässig und vereinfacht das Zulassungsverfahren vor den Behörden erheblich.

Bei einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Schutz vor dem Berühren eines bewegten Teils dient als Charakteristikum die Verstimmung des Schwingkreises. Auf diese Art und Weise kann einfach unterschieden werden, ob demnächst das Werkstück oder ein Finger der das Werkstück führenden Person mit dem Sägeblatt in Berührung kommen wird.

Bei einer zusätzlichen Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens können als Charakteristikum die Resonanzfrequenz des Schwingkreises und/oder die Geschwindigkeit der Veränderung der Resonanzfrequenz und/oder die Anzahl der Resonanzfrequenzen dienen. Diese Charakteristika sind einfach zu er-

mitteln und erlauben einen ausreichenden Aufschluss über die vorliegende Situation.

5 Schließlich kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zusätzlich eine Änderung des Drehmoments des bewegten Teils erfasst werden und die Änderung des Drehmoments zusätzlich dazu verwendet werden, um zu bestimmen, ob auf die Bewegung des bewegten Teils Einfluss genommen werden soll. Damit wird die Genauigkeit der Erfassung weiter erhöht.

10

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

15 Im Folgenden wird die Erfindung mit mehreren Ausführungsbeispielen anhand von zwölf Figuren erläutert.

20 Figur 1 zeigt einen Ausschnitt einer Kreissäge mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form einer prinzipiellen Darstellung.

25 Figur 2 zeigt in Form eines Blockschaltbildes eine mögliche Ausführungsform des elektrischen Teils der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

 Figur 3 zeigt einen Ausschnitt der Kreissäge mit dem Sägeblatt ohne Werkstück.

30 Figur 4 zeigt den Frequenzverlauf des Messsignals bei einer laufenden Kreissäge ohne Werkstück.

Figur 5 zeigt die Kreissäge beim Auseinandersägen eines Werkstücks.

5 Figur 6 zeigt den Frequenzverlauf des Messsignals während die Kreissäge das Werkstück zersägt.

10 Figur 7 zeigt die Kreissäge beim gleichzeitigen Zersägen eines Werkstücks und eines Fingers.

15 Figur 8 zeigt den Frequenzverlauf des Messsignals während die Kreissäge ein Werkstück und einen Finger ansägt.

20 Figur 9 zeigt in der Draufsicht eine mögliche Anordnung des Sensors gegenüber dem Kreissägeblatt.

25 Figur 10 zeigt ein Ablaufdiagramm einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Berührungsschutz.

30 Figur 11 zeigt eine Tischkreissäge mit zwei Sensoren zur Berührungserfassung.

Figur 12 zeigt eine Tischkreissäge mit vier Sensoren zur Berührungserfassung.

35 Figur 13 zeigt einen gemessenen Frequenzverlauf während eines Schnitts durch Holz und einen Finger.

Wege zur Ausführung der Erfindung

In Figur 1 ist ein Ausschnitt einer stationären Kreissäge mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Berührungsschutz gezeigt. Ein Werkstück 2, beispielsweise ein Stück Holz, wird in Bewegungsrichtung 7 über einen Tisch parallel zum Sägeblatt 1 geschoben. Das Werkstück 2 wird dabei an der Schnittkante 31 mit Hilfe des Sägeblatts 1 auseinandergesägt. Zur Führung und zum Niederhalten des Werkstücks 2 kommt es vor, dass eine Person das Werkstück in unmittelbarer Nähe des Sägeblatts 1 mit Hilfe seiner Finger festhält. In Figur 1 ist dazu ein Finger andeutungsweise gezeigt und mit dem Bezugszeichen 3 versehen. Um nun vermeiden, dass die Finger einer Person mit dem Sägeblatt 1 in Berührung kommen, ist ein Sensor 5 der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Berührungsschutz vorgesehen, der in unmittelbarer Nähe des Sägeblatts 1 angeordnet ist.

Im in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel befindet sich der Sensor 5 auf Unterseite 4.1 eines Klemmschutzes 4, welcher das Sägeblatt 1 umgibt. Der Klemmschutz 4 kann als Kunststoffteil ausgebildet sein und verhindert ein Verklemmen des Sägeblatts 1, beispielsweise wenn dieses gegenüber dem Arbeitstisch schräg gestellt ist oder wenn das Sägeblatt durch das Werkstück quer zur Sägerichtung eine Belastung erfährt. Zudem können mit Hilfe des Klemmschutzes 4 unterschiedlich dicke Sägeblätter zum Einsatz kommen, ohne dass sich das Sägeblatt 1 verklemmt. Der Klemmschutz 4 wird im Folgenden auch als Radom (radar dome) bezeichnet. Der Klemmschutz 4 dient für den Sensor 5 als Schutz gegen Beschädigungen und, falls dieser aus Kunststoff ausgeführt

ist, gleichzeitig zur elektrischen Isolierung des Sensors 5.

Die Antenne des Sensors 5 ist als Patch-Antenne ausgebildet und weist eine plane Bauform auf. Die Antenne wird gegen eine unterhalb dieser Antenne angeordnete Masse 6, die auch als Bezugspotenzial bezeichnet wird, mit einer Frequenz von beispielsweise 2,45 MHz angeregt.

10

Läuft das Sägeblatt 1, wie dies in Figur 3 dargestellt ist, im Leerlauf, das heißt in der Nähe des Sägeblatts 1 befindet sich weder ein Werkstück 2 noch ein Finger 3 oder eine Hand einer Person, so ergibt sich das in Figur 4 zeigte Frequenzspektrum 32. Wie deutlich zu erkennen ist, weist das Frequenzspektrum 32 lediglich eine Resonanzfrequenz f_r auf, die bei ca. 2,48 GHz liegt. In Figur 4 im unteren Bereich ist das entsprechende Smith-Diagramm für den Betrieb im Leerlauf gezeigt.

20

Wird nun ein Werkstück 2 in die Nähe des Sägeblatts 1 gebracht, wie dies in Figur 5 gezeigt ist, ergibt sich das in Figur 6 oben gezeigte Frequenzdiagramm 33, wobei zu erkennen ist, dass sich die Referenzfrequenz f_r etwas verschoben hat und nunmehr bei ca. 2,44 GHz liegt. Zudem ist aus Figur 6 zu erkennen, dass sich auch die Anpassung leicht geändert hat. Es ergibt sich jedoch nach wie vor eine stetige Kurve. Die Änderung erfolgt im Bereich von 2 bis 10 cm pro Sekunde und kann als Messverschiebung adaptiv verfolgt werden.

25

30

Nähert sich nun ein Finger 3, wie dies in Figur 7 gezeigt ist, dem Sägeblatt 1, führt dies zu einer starken Verstimmung des Schwingkreises, die sich in einer Verschiebung Referenzfrequenz f_r und mehreren
5 Nebenresonanzen veräußert. Das entsprechende Frequenzdiagramm mit dem dazu gehörenden Frequenzverlauf 34 ist in Figur 8 gezeigt. Daraus sind nunmehr eine Reihe von Resonanzfrequenzen f_{r1} , f_{r2} , f_{r3} und f_{r4} zu entnehmen. In Figur 8 ist im unteren Bereich
10 das entsprechende Smith-Diagramm gezeigt.

Es zeigt sich, dass bei einer Annäherung des Fingers 3 an das Sägeblatt 1 stets die Resonanzfrequenz nach unten verschoben wird. Zudem wird durch
15 dielektrische Verluste die Resonanzkurve verbreitert. Entsprechendes ist aus Figur 13 zu entnehmen. Dabei ist in dem in Figur 13 zeigten Diagramm nach oben die Dämpfung in dB und nach rechts hin ansteigend die Frequenz aufgetragen. Die vorderen Frequenzverläufe FV1 zeigen die Vorderkante des Holzes
20 und die weiter hinten liegenden Frequenzverläufe FV2 den Finger 3 am Sägeblatt 1.

Diese Verstimmung kann mit der Vorschubgeschwindigkeit, mit der das Werkstück am Sägeblatt 1 entlang verschoben wird, geschehen, was zu einem Ansägen oder Absägen des Fingers 3 führen würde. Mit Hilfe eines adaptiven Algorithmus zur adaptiven Frequenzregelung können zusätzliche Nebenmaxima oder weitere
25 Resonanzfrequenzen $f_{r1} - f_{r4}$ erkannt werden, was auf die Anwesenheit eines Fingers oder einer Hand schließen lässt.
30

Die Verstimmung kann aber auch durch eine ruckartige Bewegung des Fingers 3 entstehen, verursacht durch ein Rückschlagen oder ein Verklemmen des Werkstücks 2. Eine schnelle Veränderung des Frequenzspektrums kann direkt ausgewertet werden und erlaubt einen Rückschluss darauf, ob das Werkstück einen Rückschlag verursacht hat oder das Sägeblatt 1 verklemmt wird, oder ob in soweit keine Gefahr besteht.

10

Der vom Sägeblatt 1 erzeugte Dopplereffekt führt, nachdem das Sägeblatt seine Nominaldrehzahl erreicht hat, zu einem konstanten Wert und kann daher eliminiert werden, sodass durch den Dopplereffekt keine Fehlauslösungen erfolgen.

15

Stehen ferner noch weitere Einflussgrößen, wie beispielsweise der Schlupf der Säge oder/und die Änderung des Drehmoments des Sägeblatts 1 zur Verfügung, können diese auch in die Auswertung miteinbezogen werden.

20

Die Parameter der Antenne und das Material aus dem der Klemmschutz 4 gebildet wird, sind dabei so gewählt, dass normales Holz einen optimalen Messeffekt zeigt, das heißt eine gute Anpassung bei der Mittenfrequenz vorliegt.

25

In Figur 9 ist die Anordnung des Sensors mit der Antenne 12, einem mit dieser verbundenen Kondensator 14 sowie einer Induktivität 15 und einer gegen Masse geschalteten Varaktor-Diode 13 in der Draufsicht gezeigt. Es ist dabei zu erkennen, dass die Antenne 12 in der Nähe des Sägeblatts 1 und parallel zur

30

Fläche des Arbeitstisches 11 angeordnet ist. Im in Figur 9 gezeigten Ausführungsbeispiel befindet sich die Antenne 12 aus der Draufsicht betrachtet zudem in der Mitte des Sägeblatts 1.

5

Sind weitere Sensoren vorhanden, so können diese, wie in den Figuren 11 und 12 angegeben ist, angeordnet sein.

10 In Figur 11 ist auf der rechten Seite des Sägeblatts 1 ein erster Sensor 5.1 und auf der linken Seite des Sägeblatts ein zweites Sensor 5.2 angeordnet. Die beiden Sensoren befinden sich aus der Draufsicht betrachtet jeweils in der Mitte des Sägeblatts 1.

15

Bei der in Figur 12 gezeigten Ausführungsform sind im vorderen Bereich des Sägeblatts 1 zwei weitere Sensoren 5.3 und 5.4 angeordnet, wobei der Sensor 5.3 zusammen mit dem Sensor 5.1 auf der einen Seite des Sägeblatts und der Sensor 5.4 zusammen mit dem Sensor 5.2 auf der anderen Seite des Sägeblatts angeordnet ist. Die beiden Sensoren von 5.3 und 5.4 sind am Arbeitstisch 11 so angeordnet, dass mit ihnen das Einschieben eines Körperteiles, beispielsweise eines Fingers oder einer Hand in die Nähe des Sägekante detektiert werden kann. Mit Hilfe der beiden Sensoren 5.1 und 5.2 können vom Werkstück 2 verursachte Rückschläge erfasst werden.

20
25
30

Zur besseren Ortsbestimmung ist es hilfreich mit zwei oder mehr Sensoren zu arbeiten. Um die Erkennungsgenauigkeit an der Sägekannte 31 zu erhöhen, können deshalb, wie in Figur 12 zeigt ist, zwei

- weitere Sensoren vorgesehen sein. Die einzelnen Antennen 12 können dabei auch um einen gewissen Winkel, beispielsweise um 30 Grad, aus der Ebene herausgedreht werden, sodass damit der vordere Bereich der Kreissäge, also die Sägekante 31, besser abgedeckt und erfasst werden kann. Der Klemmschutz 4 kann dabei auf der Oberseite weiterhin plan ausgeführt sein, da sich die Sensoren auf der Unterseite 4.1 des Klemmschutzes 4 befinden.
- Werden mehrere Sensoren 5.1, 5.2 und 5.3 verwendet, ergibt sich für die Verknüpfung der elektrischen Komponenten der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Berührungsschutz das in Figur 2 gezeigte Blockdiagramm. Die Sensoren 5.1, 5.2 und 5.3 sind mit einer Auswerteeinheit 8 verbunden, die die von den Sensoren 5.1, 5.2 und 5.3 stammenden Messsignale auswertet und an eine Steuereinheit 9 ein entsprechendes Auswahlsignal weiterleitet. Die Steuereinheit 9 bestimmt nun anhand des Auswahlsignals, ob auf einen Motor 10, der zum Antrieb des Sägeblatts 1 dient, beispielsweise durch Bremsen, Einfluss genommen werden soll. Mit der Steuereinheit 9 können auch weitere Komponenten, wie beispielsweise eine aktive Bremse oder auch eine Vorrichtung zur automatischen Absenkung des Sägeblatts 1 verbunden sein. Neben den Sensoren 5.1, 5.2 und 5.3 können noch weitere Sensoren mit der Auswerteeinheit 8 verbunden sein.
- Die Reflektionsdämpfung kann mit einer Stehwellenbrücke oder einem Richtkoppler ausgewertet werden. Eine Phasenänderung ist mit Hilfe eines Phasendetektors erkennbar. Die Betriebsfrequenz wird dazu im zulässigen Bereich gewobbelt. Es können auch

Meßmethoden angewendet werden, wie sie in Netzwerk-analysatoren (Vektor Network Analyser) eingesetzt werden.

5 Zum Stoppen der Kreissäge bzw. des Sägeblatts 1 der Kreissäge kurz vor oder bei der Berührung des Sägeblatts wird ein Verfahren eingesetzt, das auf der Resonanzverschiebung durch den Einfluss von Körperteilen, beispielsweise einem Finger oder einer Hand
10 in Mikrowellenbereich beruht. Als Frequenzband wird das die ISM-Band von 2.400 MHz bis 2.483,5 MHz gewählt, da für dieses Frequenzband handliche Antennen verfügbar sind und der hauptsächlich zu bearbeitende Werkstoff, nämlich Holz oder Kunststoff,
15 in Folge des Skin-Effekts noch bis zu einer Materialstärke von zirka 10 cm durchdrungen wird. Alternative Frequenzbereiche sind 433 MHz, 866 MHz oder 5,8 GHz. Durch die Benutzung dieser ISM-Bänder ist die Möglichkeit für eine weltweite Zulassung gewährleistet.
20

Grundsätzlich geruht die Idee gemäß der Erfindung nicht auf einer Radar-Entfernungsmessung, sondern
wertet im Mikrosekundenbereich eine Veränderung des
25 die Antenne umgebenden Dielektrikums aus. Auch die Auswertung einer elektrischen Veränderung ist möglich.

Nähert sich ein Finger, dessen Dielektrizitätskonstante er zwischen 40 und 80 liegt, dem Sägeblatt, ergibt sich eine starke Verstimmung der
30 Antenne.

Zur Eingrenzung des benötigten Frequenzbands kann eine adaptive (langsame) Regelung eingesetzt werden, die Materialveränderungen, wie beispielsweise unterschiedliche Materialdicken, eine vordere und
5 eine hintere Kante des Werkstücks, Äste und so weiter ausblendet und die Betriebsfrequenz immer in eine optimalen Lage verschiebt.

10 Damit lassen sich auch externe Störungen von anderen ISM-Geräten, wie Mikrowellenherden, Geräten mit einer Bluetooth-Schnittstelle oder kleinen Funknetzen zur Datenübertragung erkennen und durch geeignete Maßnahmen wirksam unterdrücken.

15 Mittels einer langsamen adaptiven Regelung werden Materialveränderungen ausgeblendet und die Betriebsfrequenz immer in eine optimale Lage verschoben. Dazu wird die Mittenfrequenz der Antenne 12 über den Schwingkreis, bestehend aus dem Kondensator 14, der Varaktor-Diode 13 und der Induktivität
20 15, verstimmt. Die Anordnung kann dabei entweder einmal oder mittensymmetrisch an der resonanten Länge angeschlossen werden. Werden externe Störungen auf bestimmten Frequenzen erkannt, kann damit
25 die Auswertefrequenz ebenfalls verschoben werden.

Figur 10 zeigt das Flussdiagramm zur Auswertung des Sensorsignals. Das Verfahren zum Berührungsschutz wird anhand einer Vorrichtung zum Berührungsschutz
30 mit zwei Sensoren beschrieben. Meldet der erste Sensor 5.1 eine Resonanzverschiebung, dargestellt durch den Schritt 21 und den davon abgehenden mit J gekennzeichneten Pfeil, so wird im Schritt 22, 23 mit Hilfe des zweiten Sensors 5.2 entschieden, ob

- die von den beiden Sensoren gelieferten Messsignale ähnliche Effekte aufweisen. Falls dies nicht der Fall ist, das heißt die beiden Messsignale unterscheiden sich erheblich voneinander, kann davon ausgegangen werden, dass der oder die Finger das Sägeblatt nicht berühren und an diesem vorbei geführt werden. Es wird über den Zweig 24 zu Schritt 25 gesprungen. Liefern die beiden Sensoren 5.1 und 5.2 jedoch ähnliche und sich schnell ändernde Messergebnisse, ist davon auszugehen, dass das Werkstück einen Rückschlag verursacht hat, sodass ein sofortiger Stopp 28 des Sägeblatts 1 erforderlich ist. Die Erkennung erfolgt mittels einem schnellen Algorithmus 27. Bei einer langsamen Änderung, gekennzeichnet durch den Schritt 29, wird über einen langsamen Algorithmus 30 entschieden, ob die Veränderung durch das Werkstück hervorgerufen wurde, oder ob ein Körperteil in die in unmittelbare Nähe des Sägeblatts 1 gelangt ist. Der langsame Algorithmus 30 erkennt dies und geht für den Fall einer Gefahr zu Schritt 28, in dem veranlasst wird, dass das Sägeblatt gestoppt wird. Andernfalls wird zu Schritt 25 gegangen.
- 25 Da es sich normalerweise um stetige Bewegungen handelt; können auch Methoden des SAR (Synthetic Aperture Radar) eingesetzt werden.

- Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist nicht auf die Verwendung in einer Kreissäge beschränkt. Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung können menschliche Körperteile auch in der Nähe von Bandsägen, Pressen, Bohrern oder Sondermaschinen mit Schutzvorrichtungen geschützt werden. Für die Unterbringung

des Sensors genügt eine ebene Fläche mit circa 50 mal 50 mm, die mit dem dielektrischen Radom abgedeckt wird. Über elektrische Anschlüsse kann der Sensor mit Spannung versorgt werden und über eine
5 Datenschnittstelle können die Messdaten bzw. die Auswertedaten weitergeleitet werden.

Die erfindungsgemäße Lösung hat gegenüber einer optischen Überwachung den Vorteil, dass zwischen den
10 Fingern und den Sensoren keine optische Verbindung bestehen muss. Vielmehr können sich zwischen dem Sensor und den Fingern auch Gegenstände, wie beispielsweise das Werkstück, befinden.

15 Die vorhergehende Beschreibung der Ausführungsbeispiele gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen
20 möglich, ohne den Umfang Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen.

R. 304668

Patentansprüche

- 5
1. Vorrichtung zum Berührungsschutz, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Sensor (5) zur Erzeugung und Erfassung eines elektromagnetischen Felds vorgesehen ist, welcher in der Nähe eines nicht zu berührenden bewegbaren Teils (1) angeordnet ist, dass
- 10 eine mit dem Sensor (5) verbundene Auswerteeinheit (8) zur Auswertung des vom Sensor (5) erzeugbaren Sensorsignals vorgesehen ist, wobei mit der Auswerteeinheit (8) ein Auswertesignal erzeugbar ist, und
- 15 dass eine mit der Auswerteeinheit (8) verbundene Steuereinheit (9) vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist und dazu dient, dass die Bewegung des Teils (1) abhängig vom Auswertesignal steuerbar ist.
- 20
2. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das bewegbare Teil (1) das Sägeblatt einer Kreissäge (30) ist.
- 25
3. Vorrichtung nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein weiterer Sensor (5.2) vorgesehen ist, wobei die beiden Sensoren (5.1, 5.2) auf den beiden Seiten des Sägeblatts (1) angeordnet sind.
- 30
4. Vorrichtung nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass drei weitere Sensoren (5.2, 5.3, 5.4) vorgesehen sind, wobei jeweils zwei

Sensoren (5.1, 5.3; 5.2, 5.4) auf jeder Seite des Sägeblatts (1) angeordnet sind.

5 5. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (5) eine flache Antenne (12) zur Erzeugung elektromagnetischer Wellen aufweist.

10 6. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (5) auf der Unterseite (4.1) eines Klemmschutzes (4) für das Sägeblatt (1) angeordnet ist.

15 7. Vorrichtung nach Patentanspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein mit der Antenne (12) verbundener Schwingkreis vorgesehen ist und dass die Auswerteeinheit (8) derart ausgebildet ist, dass damit die Verstimmung des Schwingkreises auswertbar ist.

20 8. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die von der Antenne (12) abstrahlbaren Wellen im Bereich des ISM-Bandes liegen.

25 9. Verfahren zum Schutz vor dem Berühren eines bewegten Teils, **gekennzeichnet durch folgende Schritte**:

30 mit einem Schwingkreis und einer Antenne (12) wird ein hochfrequentes elektromagnetisches Signal erzeugt,
mit einer Auswerteeinheit (8) wird ein Charakteristikum des elektromagnetischen Signals erfasst und überwacht,

anhand des Charakteristikums wird bestimmt, ob auf die Bewegung des bewegten Teils (1) Einfluss genommen werden soll.

5 10. Verfahren nach Patentanspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Charakteristikum die Verstimmung des Schwingkreises dient.

10 11. Verfahren nach Patentanspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Charakteristikum die Resonanzfrequenz (fr) des Schwingkreises und/oder die Geschwindigkeit der Veränderung der Resonanzfrequenz und/oder die Resonanzverbreiterung dienen.

15 12. Verfahren nach ~~einer~~ der Patentansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Änderung des Drehmoments des bewegten Teils (1) erfasst wird und die Änderung zusätzlich verwendet wird, um zu bestimmen, ob auf die Bewegung des bewegten Teils
20 (1) Einfluss genommen werden soll.

R. 304668

Zusammenfassung

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Berührungsschutz.

10

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist einen Sensor (5) zur Erzeugung und Erfassung eines elektromagnetischen Feldes auf, welcher in der Nähe eines nicht zu berührenden bewegbaren Teils (1) angeordnet ist. Zudem weist die erfindungsgemäße Vorrichtung eine mit dem Sensor (5) verbundene Auswerteinheit (8) zur Auswertung des vom Sensor (5) erzeugbaren Sensignals auf, wobei mit der Auswerteinheit (8) ein Auswertsignal erzeugbar ist. Schließlich ist eine mit der Auswerteinheit (8) verbundene Steuereinheit (9) vorgesehen, die derart ausgebildet und betreibbar ist, dass die Bewegung des Teils (1) abhängig vom Auswertesignal steuerbar ist.

15

20

(Figur 1)

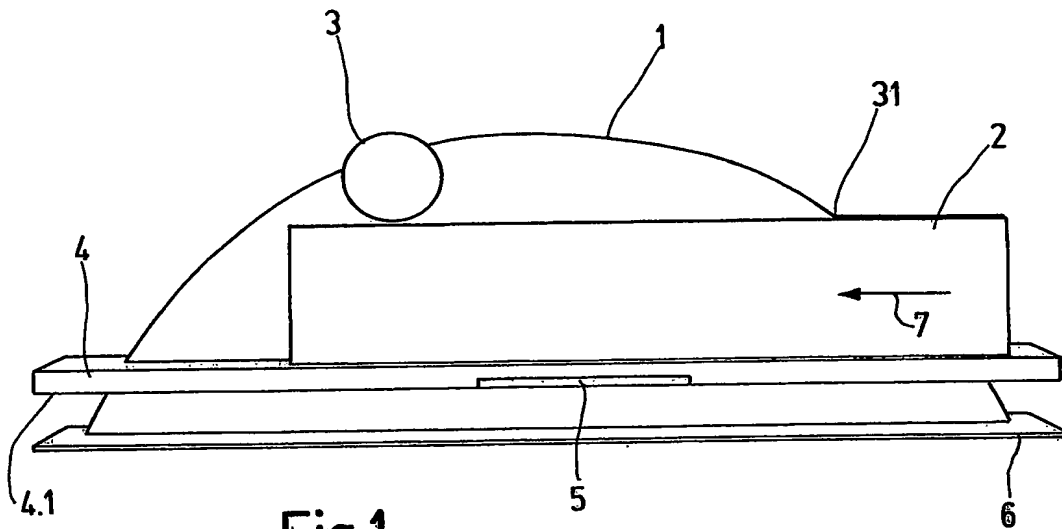


Fig.1

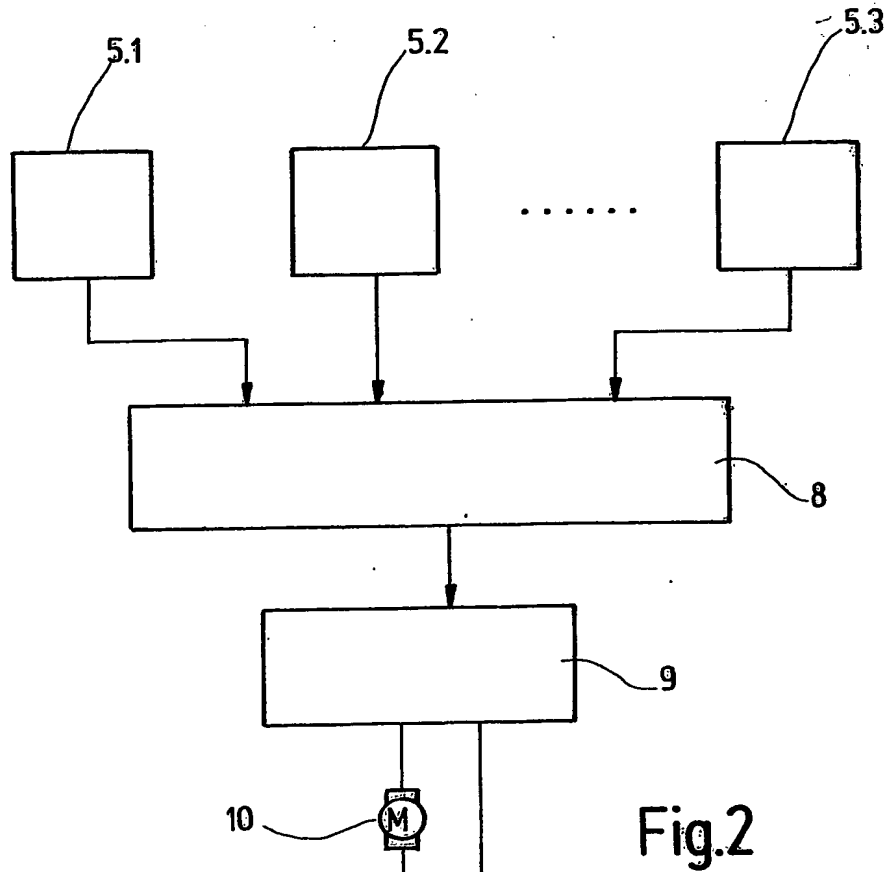


Fig.2

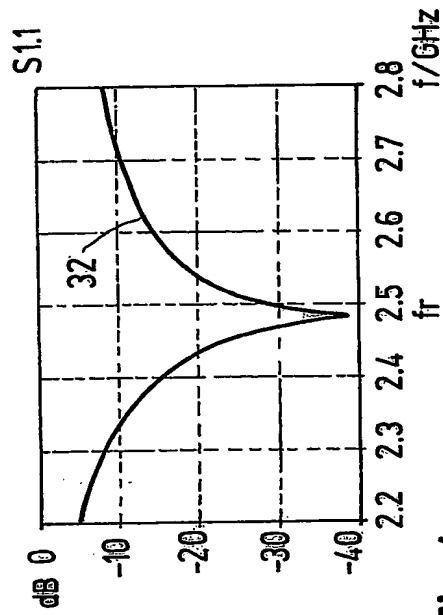


Fig.4

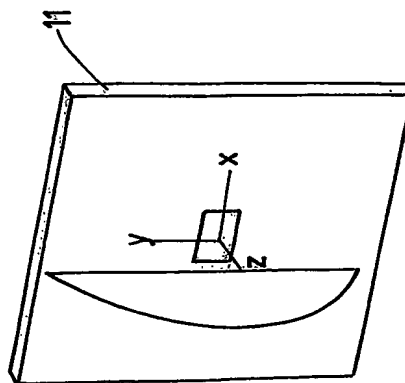
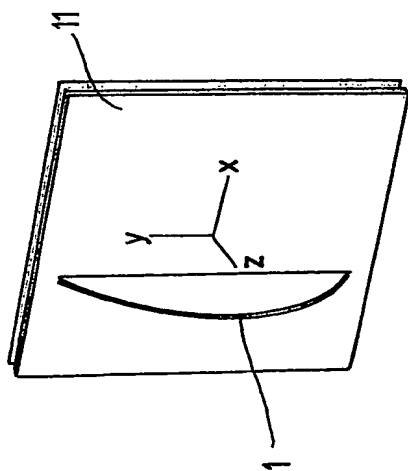
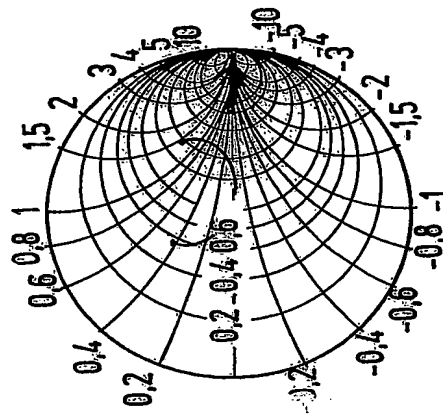


Fig.3

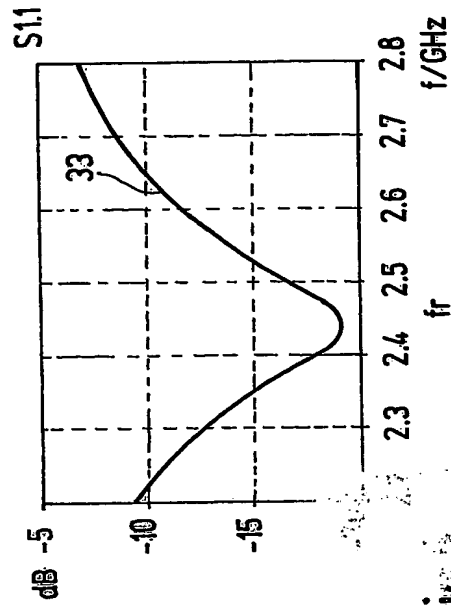


Fig. 3

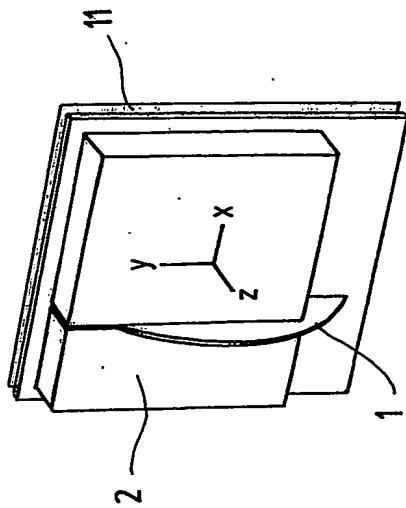
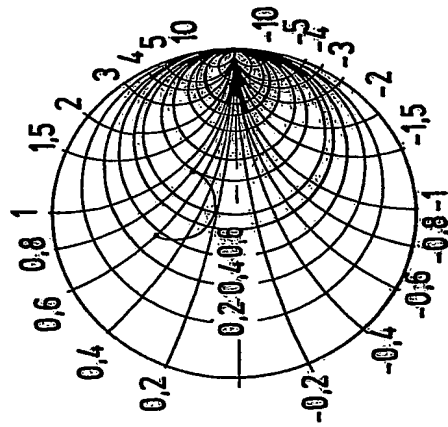
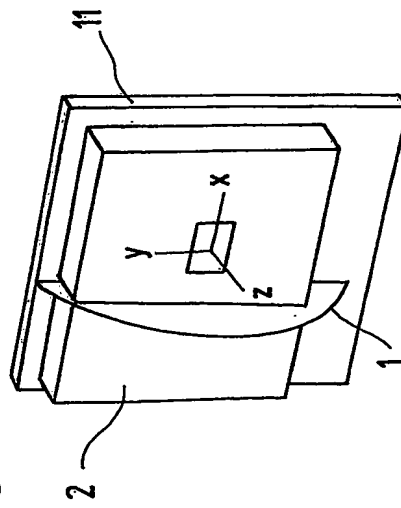


Fig. 5



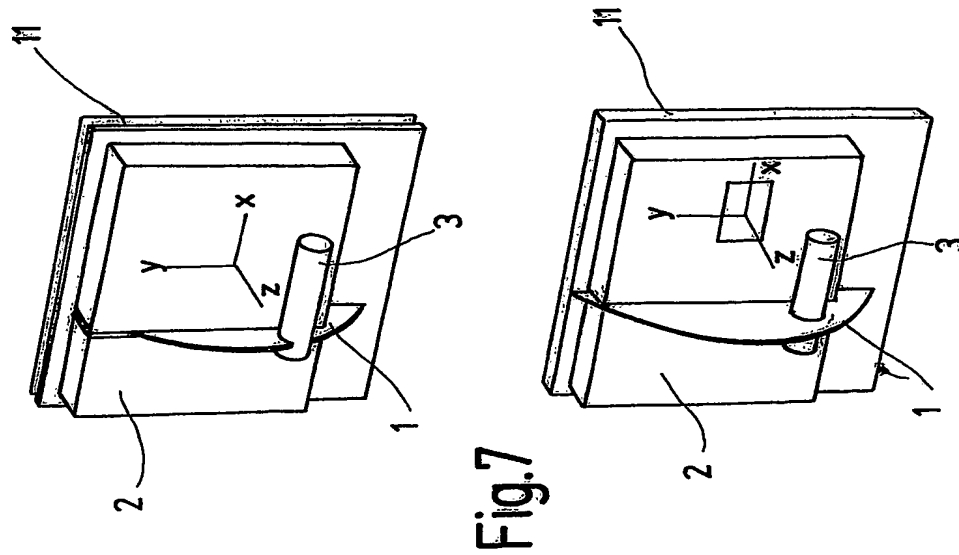


Fig. 7

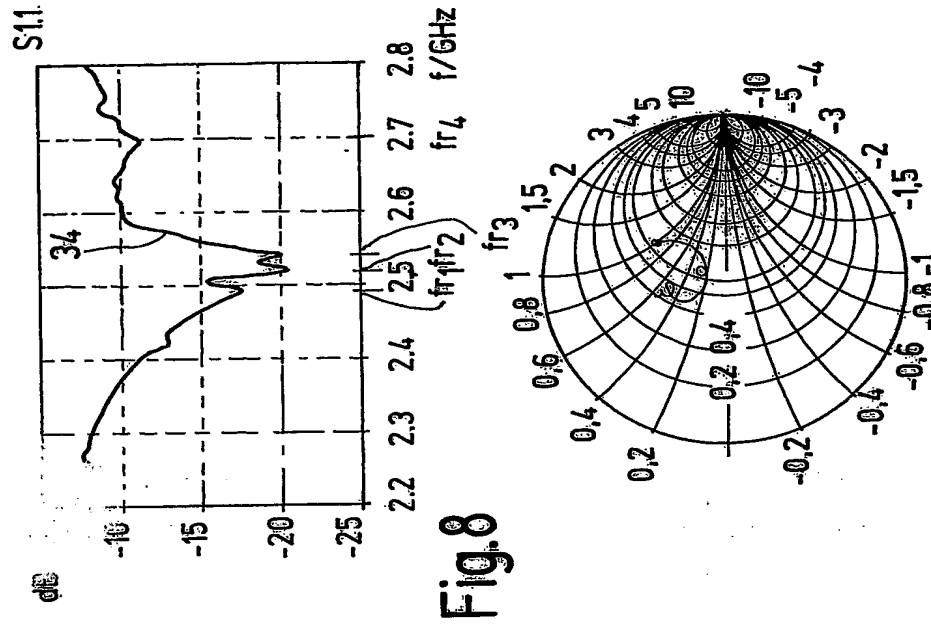


Fig. 8

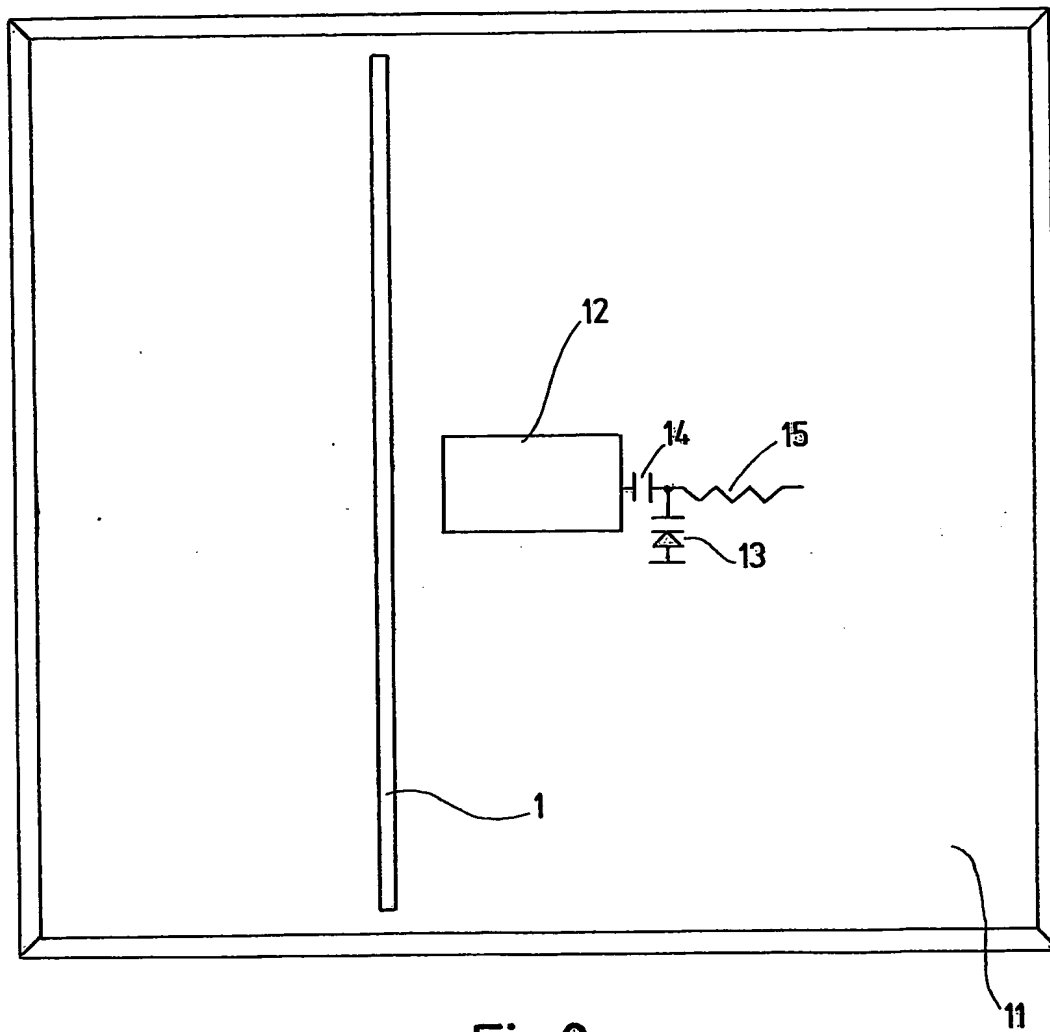
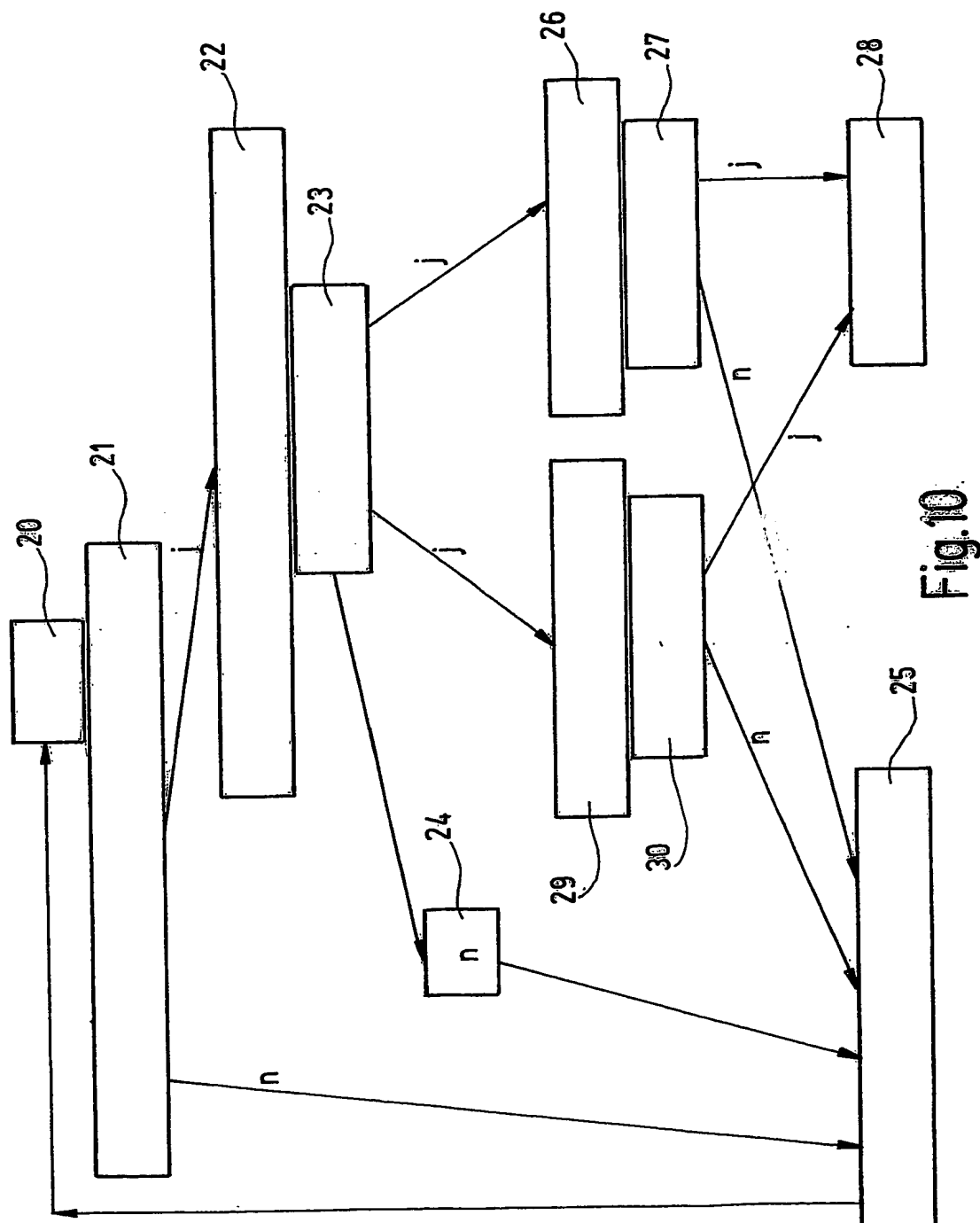
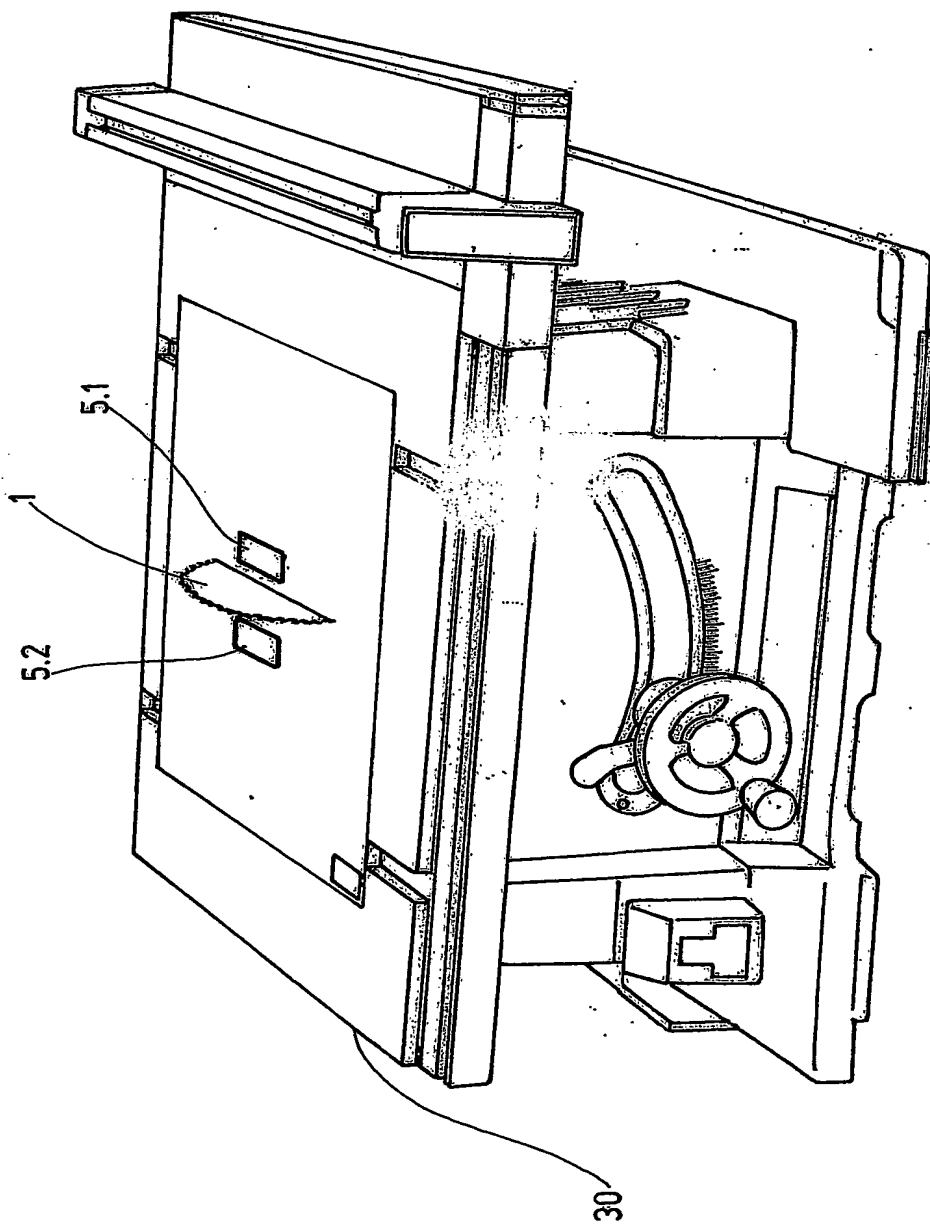


Fig.9





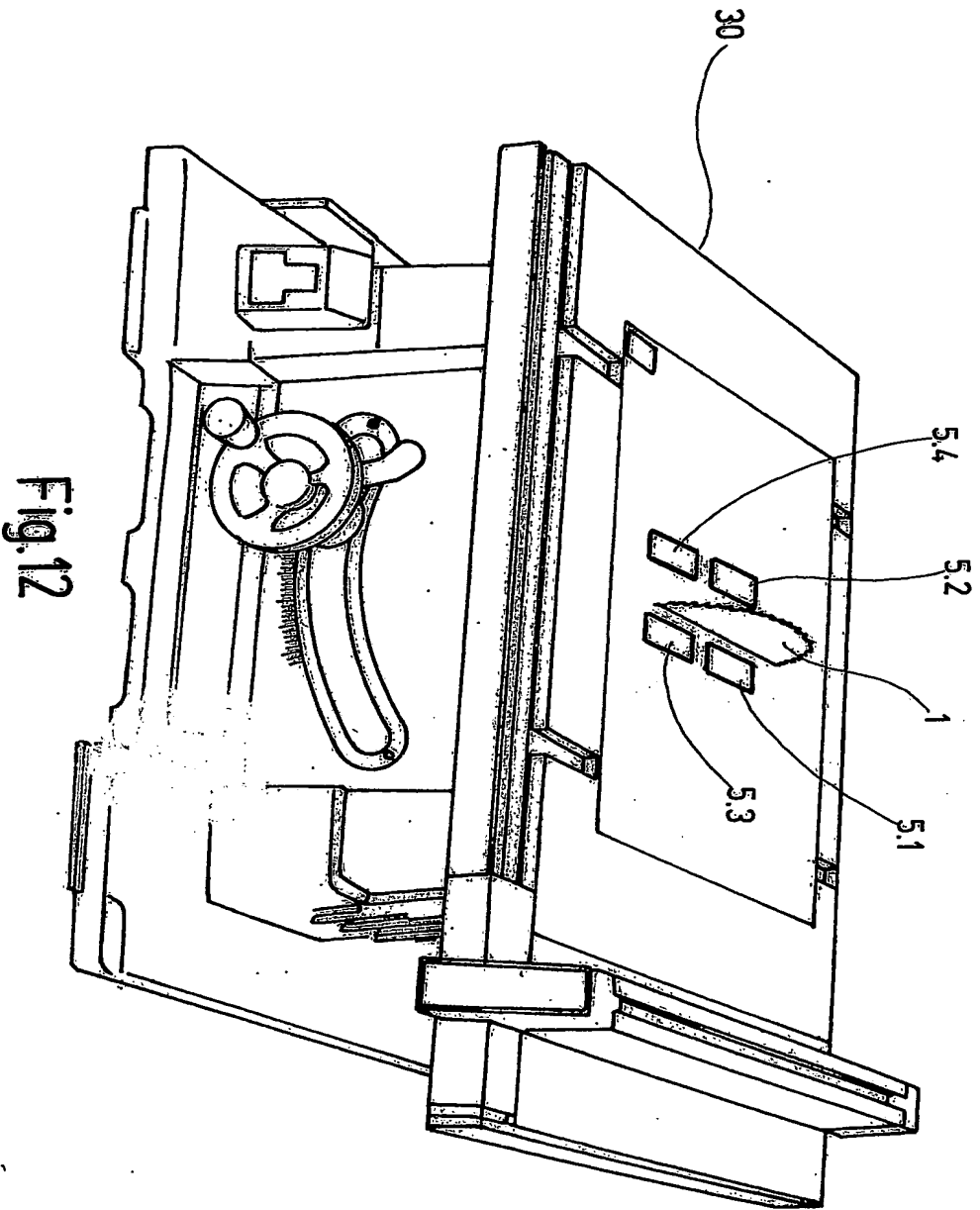
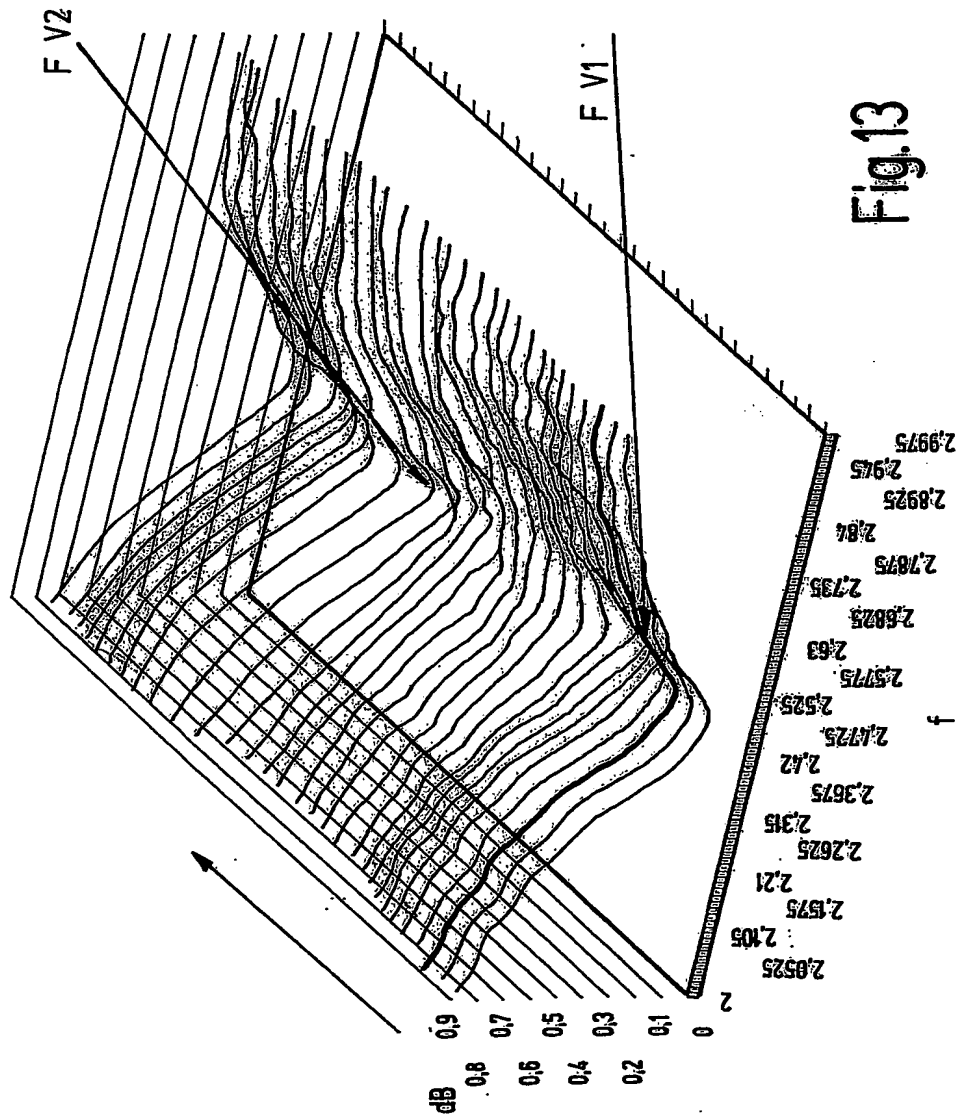


Fig. 12



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.